

SPECIFICATION

1. Title of the Invention

Cu Alloy Lead Material for Semiconductor Device

2. Claims

A high strength Cu alloy lead material for a semiconductor device having an excellent heat resistance and reliability of soldering comprising a Cu alloy with a composition (in % by weight) of 2 to 2.4% of Fe, 0.001 to 0.1% of P, 0.01 to 1% of Zn, 0.001 to 0.1% of Mg with a balance of Cu and inevitable impurities.

3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to, in particular, a high strength Cu alloy lead material for a semiconductor device having an excellent heat resistance and reliability of soldering.

[Prior Art]

Conventionally, the method known in the art for manufacturing semiconductor devices such as ICs and LSIs generally comprises principal steps of:

- (a) preparing a Cu alloy strip material with a thickness of 0.1 to 0.3 mm as a lead material;
- (b) forming a lead frame fitted to a configuration of

the semiconductor device to be manufactured from the lead material by die cutting;

(c) heat adhering a semiconductor element of high purity Si or Ga-As at a prescribed site on the lead frame using a conductive resin such as an Ag paste, or press-adhering the semiconductor element by heat diffusion on the lead material via an Au layer, an Ag layer, a Ni layer or a composite plating layer thereof previously plated on one face of the lead material;

(d) forming wire bonding from the semiconductor element through the lead frame using the Au wire;

(e) sealing the semiconductor element, wire bonding, and portions of the lead frame on which the semiconductor device has been mounted with a plastic in order to protect them;

(f) forming a lead material by cutting out the mutually connecting portions on the lead frame; and

(g) plating a solder material such as a Sn-Pb alloy on the entire lead material or on a portion thereof by immersion or electroplating, finally, for the purpose of enabling soldering on the substrate of the semiconductor device.

Accordingly, the Cu alloy lead material to serve as the lead material of the semiconductor device is required to have such properties as:

(1) good press die cutting ability and processing ability (bending and coining);

(2) heat resistance that can eliminate heat distortion and heat softening during heat adhesion or heat diffusion

adhesion of the semiconductor device;

(3) good heat dissipation and electrical conductivity;  
and

(4) a high strength that allows the material to be free from breakage by bending or repeated bending during transport and assembly into electric appliances of the semiconductor device.

Proposed and widely used as a representative material that satisfies the above requirements is a Cu alloy lead material comprising a Cu alloy with a composition of 1.5 to 3.5% of Fe, 0.01 to 0.15% of P, 0.03 to 0.2% of Zn, and a balance of Cu and inevitable impurities (see examined Japanese Parent Application Publication No. 45-10623 and U.S. Patent Publication No. 3,522,039), wherein % denotes % by weight.

[Problems to be Solved by the Invention]

The conventional Cu lead material has excellent properties such as a tensile strength of about 49 to 50 kg/mm<sup>2</sup> as a criterion of the strength, an elongation of about 4% as a criterion of press die cutting ability and processing ability (bending and coining), an electrical conductivity of about 60 to 70% as a criterion of heat dissipation and electrical conductivity, and a softening point of about 350 to 360°C as a criterion of heat resistance. However, a lead material is required to have a higher strength and better durability in accordance with recent progress of integration of the semiconductor device.

It was a problem for the conventional Cu alloy lead

material that soldered portions of the lead material on the substrate are often peeled off during use to arise malfunction while rendering the soldered portions poor in reliability when the semiconductor device is practically used, although the conventional Cu lead material has a good adhesive property with the solder material.

[Means for Solving the Problems]

The inventors of the present invention have surveyed the conventional Cu alloy lead material from the view point as described above, and attempted to improve the strength and heat resistance as well as reliability of soldering of the conventional Cu alloy lead material. As a result, it was found that the strength and heat resistance can be improved by allowing Mg to contain in the conventional Cu alloy lead material as an alloy component without compromising excellent elongation and electrical conductivity of the conventional Cu alloy lead material itself. It was also found that the soldered portions of the lead wire is not peeled off at all during the practical use of the semiconductor material.

The present invention, carried out based on the finding as described above, provides a high strength Cu alloy lead material for a semiconductor device having an excellent heat resistance and reliability of soldering comprising a Cu alloy with a composition (in % by weight) of 2 to 2.4% of Fe, 0.001 to 0.1% of P, 0.01 to 1% of Zn, 0.001 to 0.1% of Mg with a balance of Cu and inevitable impurities.

The reason why the composition of the Cu alloy lead

material according to the present invention is restricted within the foregoing range will be described below.

(a) Fe: Although the Fe component has a function for improving the strength of the lead material, a desired high strength cannot be attained when the content is less than 2%, while electrical conductivity decreases and gross precipitates of Fe appear in the mother material to deteriorate roll processing ability when the content of Fe exceeds 2.4%. Accordingly, the content of Fe is restricted within the range of 2 to 2.4%.

(b) P: The P component has a deoxidation function while improving the strength, electrical conductivity and heat resistance by reacting with Fe to form an iron-phosphorous compound finely dispersed in the mother material. However, desirable effects cannot be obtained when the content of P is less than 0.001%, while electrical conductivity decreases when the content of P exceeds 0.1%. Accordingly, the content of P is prescribed to be within the range of 0.001 to 0.1%.

(c) Zn: The Zn component also has a deoxidation function as the P component while having a function to reduce the rate of change of strength and electrical conductivity, or to stabilize these characteristics. However, the desirable effects cannot be attained when the content of Zn is less than 0.01%, while more improved effects cannot be obtained due to saturation of the functions above besides decreasing electrical conductivity when the content of Zn exceeds 1%. Accordingly, the content of Zn is determined to be within the range of 0.01

to 1%.

(d) Mg: The Mg component has a function for improving the strength, heat resistance and reliability of soldering without compromising elongation and electrical conductivity as hitherto described. However, the desirable effect cannot be obtained when the content of Mg is less than 0.001%, while electrical conductivity decreases besides decreasing fluidity of the molten liquid to make casting of the alloy difficult when the content of Mg exceeds 0.1%. Accordingly, the content of Mg is prescribed to be within the range of 0.001 to 0.1%.

[Examples]

The Cu alloy lead material according to the present invention is described hereinafter with reference to examples.

Cu alloy molten liquids with the compositions shown in Table 1 were prepared using a conventional guide groove type low frequency induction furnace. After forming an ingot with a dimension of 150 mm (thickness) x 400 mm (width) x 1500 mm (length) in a semi-continuous casting method, the ingot was formed into a hot-roll plate with a thickness of 11 mm by applying a hot-roll process at a roll initiation temperature of 900°C. Then, the upper and lower surfaces of the hot-roll plate were scapled to a thickness of 10 mm after cooling with water, followed by alternately applying cold rolling and aging treatments under a usual condition. A strip material with a thickness of 0.25 mm was obtained by applying a final cold roll processing at a finish roll ratio of 70%. The strip material was finally annealed for eliminating strain by keeping a

prescribed temperature in the range of 250 to 350°C for 15 minutes, thereby manufacturing the Cu alloy lead materials 1 to 6 according to the present invention and the conventional Cu alloy lead material.

Subsequently, the tensile strength, elongation, electrical conductivity and softening point were measured with respect to each of the Cu alloy lead materials 1 to 6 of the present invention, and the conventional Cu alloy lead material obtained by the above result. In addition, a solder material with a composition of 60% of Sn and 40% of Pb was plated by an immersion method for the purpose of evaluation of reliability of soldering. The plated solder material was heat-treated in the air under a modified practical condition of keeping at 150°C for 500 hours, and was bent at an angle of 180° followed by restoring the bent material to its original shape. Peeling of the plated solder material at the bent portions, if any, was observed after the bending test. The results are shown in Fig. 1.

[TABLE 1]

Kind of alloy	Composition (% by weight)					Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Electrical conductivity (% IACS)	Softening point (°c)	Peeling of solder plating material, if any
	Fe	P	Zn	Mg	Cu + Impurity					
Cu alloy lead material of the present invention	1 2.02	0.0018	0.012	0.002	balance	52.1	5	64	410	none
	2 2.08	0.011	0.022	0.013	balance	55.4	5	66	410	none
	3 2.14	0.020	0.087	0.025	balance	57.0	5	67	415	none
	4 2.21	0.036	0.190	0.054	balance	63.4	6	68	430	none
	5 2.32	0.064	0.680	0.071	balance	64.4	5	65	440	none
	6 2.39	0.097	0.960	0.098	balance	64.5	6	64	450	none
Conventional Cu alloy lead material	2.37	0.034	0.125	-	balance	49.7	4	65	360	yes



[Effects of The Invention]

The results shown in Table 1 shows that each of the Cu alloy lead materials 1 to 6 according to the present invention has excellent elongation and electrical conductivity comparative to that of the conventional Cu alloy lead material, while having considerably excellent strength, heat resistance and reliability of soldering as compared with the conventional Cu alloy lead material.

As described above, since the Cu alloy lead material according to the present invention has considerably excellent strength, heat resistance and reliability of soldering as well as good elongation, electrical conductivity, stamping ability (die cut ability), etching ability, plating ability and adhesion of solders, it can manifest excellent performances upon use in not only conventional semiconductor devices but also in highly integrated semiconductor devices. In addition, the Cu alloy lead material according to the present invention has industrially useful characteristics that are available for terminals and connectors of electronic appliances.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-93325

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)4月28日

C 22 C 9/00  
H 01 L 23/48

6411-4K  
7735-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置用Cu合金リード素材

⑯ 特 願 昭60-232559

⑰ 出 願 昭60(1985)10月18日

⑱ 発明者	二 塚 鍊 成	会津若松市住吉町15-6-5
⑲ 発明者	熊 谷 誠 司	会津若松市門田町日吉小金井22-8
⑳ 発明者	泉 田 益 弘	会津若松市一箕町大字鶴賀字堤37-4
㉑ 出 願 人	玉川機械金属株式会社	東京都中央区銀座1丁目6番2号
㉒ 代 理 人	弁理士 富田 和夫	外1名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置用Cu合金リード素材

2. 特許請求の範囲

Fe: 2 ~ 2.4 %,

P: 0.001 ~ 0.1 %,

Zn: 0.01 ~ 1 %,

Mg: 0.001 ~ 0.1 %,

を含有し、残りがCuと不可避不純物からなる組成(以上重量%)を有する銅合金で構成されたことを特徴とする高強度を有し、かつ耐熱性およびはんだ付け信頼性のすぐれた半導体装置用Cu合金リード素材。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、特に高強度を有し、かつ耐熱性およびはんだ付け信頼性のすぐれた半導体装置用Cu

合金リード素材に関するものである。

[従来の技術]

従来、一般に、ICやLSIなどの半導体装置の製造法の1つとして、

(a) まず、リード素材として厚さ: 0.1 ~ 0.3 mmのCu合金条材を用意し、

(b) このリード素材から製造しようとする半導体装置の形状に適合したリードフレームを打抜き加工により形成し、

(c) このリードフレームの所定個所に高純度BiやGa-Asなどの半導体素子を、Agペーストなどの導電性樹脂を用いて加熱接着するか、あるいは予め上記リード素材の片面にめつきしておいたAu、Ag、Ni、あるいはこれらの複合めつき層を介して加熱拡散圧着するかし、

(d) 上記の半導体素子とリードフレームとに渡つてAu線によるワイヤボンディング(結線)を施し、

(e) 上記の半導体素子、結線、および半導体素子を取り付けられた部分のリードフレームなどを、

これらを保護する目的でプラスチック封止し、

(e) 上記リードフレームにおける相互に連なる部分を切除してリード材とし、

(f) 最終的に、半導体装置の基板へのはんだ付けを可能とする目的で、上記リード材の全体あるいは一部に、Sn-Pb合金などのはんだ材を浸漬法や電気めつき法などによりめつきする、  
以上(a)~(f)の主要工程からなる方法が知られている。

したがって、半導体装置のリード材となるCu合金リード素材には、

(1) 良好なプレス打抜き性、および加工性(曲げおよびコイニング)、

(2) 半導体素子の加熱接着あるいは加熱拡散圧着に際して熱歪および熱軟化が生じない耐熱性、

(3) 良好な放熱性と導電性、

(4) 半導体装置の輸送あるいは電気機器への組込みに際して曲がりや繰り返し曲げによつて破損が生じない強度、  
が要求され、これに適合した代表的なものとして、

- 3 -

Fe: 1.5 ~ 3.5 重量%,

P: 0.01 ~ 0.15 重量%,

Zn: 0.03 ~ 0.2 重量%,

を含有し、残りがCuと不可避不純物からなる組成(以上重量%, 以下%は重量%を示す)を有するCu合金(特公昭45-10623号、米国特許第3,522,039号明細書参照)で構成されたCu合金リード素材が提案され、広く実用に供されている。  
〔発明が解決しようとする問題点〕

この従来Cu合金リード素材は、

強度の評価基準となる引張強さ: 約49 ~ 50 kg/mm<sup>2</sup>、

プレス打抜き性および加工性(曲げおよびコイニング)の評価基準となる伸び: 約4%、

放熱性および導電性の評価基準となる導電率: 約60 ~ 70%,

耐熱性の評価基準となる軟化点: 約350 ~ 360℃、

のすぐれた特性をもつが、近年の半導体装置の集積度の益々の向上に伴つて、一段と強度および耐

- 4 -

熱性が要求されるようになっていく。

また、上記の従来Cu合金リード素材は、はんだ材の密着性は良いが、半導体装置として実用に供した場合、使用中にリード材の基板へのはんだ付け部にしばしば剥離が生じ、故障の原因となるなどのはんだ付け信頼性の低いものであった。

〔問題点を解決するための手段〕

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、上記の従来Cu合金リード素材に着目し、これの強度および耐熱性、さらにはんだ付け信頼性を改善すべく研究を行なつた結果、この従来Cu合金リード素材に、合金成分としてMgを含有させると、前記従来Cu合金リード素材のもつすぐれた伸びおよび導電率を損なうことなく、強度および耐熱性が向上し、かつ実用中のリード材のはんだ付け部における剥離が皆無となるとする知見を得たのである。

この発明は、上記知見にもとづいてなされたものであつて、

Fe: 2 ~ 2.4 重量%,

P: 0.001 ~ 0.1 重量%,

Zn: 0.01 ~ 1 重量%,

Mg: 0.001 ~ 0.1 重量%,

を含有し、残りがCuと不可避不純物からなる組成を有するCu合金で構成された、高強度を有し、かつ耐熱性およびはんだ付け信頼性のすぐれた半導体装置用Cu合金リード素材に特徴を有するものである。

つぎに、この発明のCu合金リード素材において、成分組成を上記の通り限定した理由を説明する。

(a) Fe

Fe成分には、リード素材の強度を向上させる作用があるが、その含有量が2%未満では所望の高強度を確保することができず、一方、その含有量が2.4%を越えると、導電性が低下するようになると共に、素地中にFeの巨大析出物が形成されるようになつて圧延加工性が劣化するようになることから、その含有量を2 ~ 2.4%と定めた。

(b) P

P成分には、脱酸作用があるほか、Feと結合し

- 5 -

- 6 -

て、素地中に微細に分散する鉄りん化合物を形成し、もつて強度、導電性および耐熱性を向上させる作用があるが、その含有量が0.001%未満では、前記作用に所望の効果が得られず、一方、その含有量が0.1%を超えると、導電性が低下することから、その含有量を0.001~0.1%と定めた。

(c) Zn

Zn成分には、P成分と同様に脱酸作用があるほか、強度および導電率の変化率を少なくする、すなわちこれらの特性を安定化する作用があるが、その含有量が0.01%未満では前記作用に所望の効果が得られず、一方、1%を超えて含有させても前記作用が飽和し、より一層の向上効果が得られないばかりでなく、導電率が低下することから、その含有量を0.01~1%と定めた。

(d) Mg

Mg成分には、上記の通り、伸びおよび導電性を損なうことなく、強度、耐熱性、およびはんだ付け信頼性を向上させる作用があるが、その含有量

が0.001%未満では前記作用に所望の効果が得られず、一方、その含有量が0.1%を超えると、導電率が低下するようになるほか、溶湯の流動性が低下して鋳造が困難になることから、その含有量を、0.001~0.1%と定めた。

〔実施例〕

つきに、この発明のCu合金リード素材を実施例により説明する。

通常の低周波誘導型誘導炉を用い、それぞれ第1表に示される成分組成をもつたCu合金溶湯を調製し、半連続鋳造法にて厚さ：150mm×幅：400mm×長さ：1500mmの寸法をもつた鋳塊とした後、この鋳塊に圧延開始温度：900℃にて熱間圧延を施して厚さ：11mmの熱延板とし、ついで水冷後、前記熱延板の上下面を面削して厚さ：10mmとした状態で、これに通常の条件で冷間圧延と時効処理を交互に繰り返して施し、仕上圧延率：70%にて最終冷間圧延を行なつて、厚さ：0.25mmの条材とし、最終的に250~350℃の範囲内の所定温度に15分間保持の条件で帯取

り焼鈍を行なうことによつて、本発明Cu合金リード素材1~6および従来Cu合金リード素材をそれぞれ製造した。

ついで、この結果得られた本発明Cu合金リード素材1~6および従来Cu合金リード素材について、引張強さ、伸び、導電率、および軟化点を測定し、さらにはんだ付け信頼性を評価する目的で、Sn：60%、Pb：40%の組成を有するはんだ材を浸漬法によりめつきし、これに大気中、温度：150℃に500時間保持の実用条件にモディファイした条件での加熱処理を施し、ついでこれを180°曲げ、再び元に曲げ戻した状態で、曲げ部分におけるめつきはんだ材の剥離の有無を観察した。これらの結果を第1表に示した。

〔発明の効果〕

第1表に示される結果から、本発明Cu合金リード素材1~6は、いずれも従来Cu合金リード素材と同等のすぐれた伸びおよび導電性を有し、一方強度、耐熱性、およびはんだ付け信頼性については、従来Cu合金リード素材に比して一段とすぐれ

種別	成分組成 (重量%)					引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸 び (%)	導電率 (% IACS)	軟化点 (℃)	はんだ付け 信頼性の 有無
	Fe	P	Zn	Mg	Cu + 不純物					
1	2.02	0.0018	0.012	0.002	残	52.1	5	64	410	無
2	2.09	0.011	0.022	0.013	残	55.4	5	66	410	無
3	2.14	0.020	0.087	0.025	残	57.0	5	67	415	無
4	2.21	0.036	0.190	0.054	残	63.4	6	68	430	無
5	2.32	0.064	0.580	0.071	残	64.4	5	65	440	無
6	2.39	0.097	0.960	0.098	残	64.5	6	64	450	無
従来Cu合金 リード素材	2.37	0.034	0.125	-	残	49.7	4	65	360	有

第 1 表

ていることが明らかである。

上述のように、この発明のCu合金リード素材は、一段とすぐれた強度、耐熱性、およびはんだ付け信頼性を有するほか、伸び、導電性、スタンピング性（打抜き性）、エッチング性、めつき性、およびはんだ密着性にもすぐれているので、通常の半導体装置は勿論のこと、集積度の高い半導体装置のリード素材として用いた場合にもすぐれた性能を発揮し、さらに電子機器の端子やコネクタなどとして用いることもできるなど工業上有用な特性を有するのである。

出願人 玉川機械金属株式会社  
代理人 富田和夫 外2名